



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 201 03 416 U 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
A 61 B 19/00

②① Aktenzeichen:	201 03 416.6
②② Anmeldetag:	27. 2. 2001
④⑦ Eintragungstag:	5. 7. 2001
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	9. 8. 2001

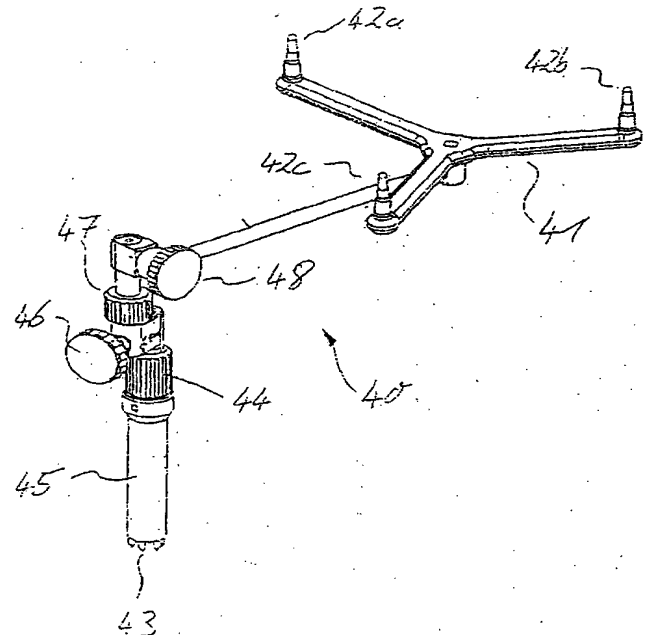
③① Unionspriorität:
01 102714. 1 06. 02. 2001 EP

⑦③ Inhaber:
BrainLAB AG, 85551 Kirchheim, DE

⑦④ Vertreter:
Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

⑤④ Vorrichtung zum Anbringen eines Elementes an einem Körper

⑤⑦ Vorrichtung (40) zum ortsfesten Anbringen eines Elementes (41) an einem Körper, insbesondere an einem Knochen, wobei die Vorrichtung (40) mindestens ein bewegbares Halteelement (43) aufweist, welches eine Verspannung gegen den Körper ermöglicht.



DE 201 03 416 U 1

DE 201 03 416 U 1

04.05.01

Vorteilhaft sind mindestens zwei bewegbare Halteelemente, insbesondere vier oder sechs bewegbare Halteelement vorgesehen, welche entweder einzeln oder in Kombination mit anderen oder allen Halteelementen bewegt werden können, um so eine Fixierung bzw. Verspannung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu bewirken.

Bevorzugt sind die Halteelemente als stabförmige bzw. nadelförmige Elemente, sogenannte Spikes ausgebildet, welche aus der erfindungsgemäßen Vorrichtung einzeln oder zusammen ausgefahren und eingefahren werden können. Diese Ausführungsform ist insbesondere vorteilhaft, wenn eine Fixierung an einem Knochen erfolgen soll, da durch das Ausfahren dieser Spikes und das Aufbringen der proximalen Bereiche bzw. Spitzen der Spikes auf den Knochen oder sogar das Eindringen in den Knochen eine Verspannung bzw. Fixierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung am Knochen selbst erfolgen kann.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein flächiges Element, wie zum Beispiel eine Platte oder ein flaches kegelförmiges Element als bewegbares Halteelement vorgesehen, welches sich insbesondere zum Verspannen gegen Gewebestrukturen, also zum Beispiel einer Verspannung gegen die Haut eignet. Dabei können zur besseren Fixierung auch aus dem Element vorstehende Spitzen oder Spikes vorgesehen werden.

Bevorzugt erfolgt das Anbringen der erfindungsgemäßen Vorrichtung an das mindestens eine am oder im Körper angebrachte Verbindungselement durch das Feststellen einer Mutter oder Schraube, so dass durch Bewegung der Schraube zum Beispiel ein Festklemmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung an dem im Körper befestigten Verbindungselement bewirkt werden kann.

Vorzugsweise ist auch eine Mutter oder eine Schraube zum Bewegen des mindestens einen bewegbaren Halteelementes vorgesehen, so dass über eine Bewegung der Schraube das mindestens eine Halteelement aus der Vorrichtung aus- oder in die Vorrichtung eingefahren werden kann, um so ein Verspannen der Vorrichtung gegen den Körper bzw. ein Loslösen der Vorrichtung davon zu bewirken.

DE 20103416 U1

Allgemein ist es jedoch auch möglich anstelle von Schrauben andere Mechanismen vorzusehen, welche ein Fixieren bzw. Feststellen ermöglichen, wie zum Beispiel einen Rastmechanismus oder einen durch Federn gehaltenen Verspannmechanismus.

Das an dem Körper mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung angebrachte Element ist vorzugsweise ein Referenzstern, welcher einen oder mehrere, insbesondere drei passive und/oder aktive Marker aufweisen kann und bevorzugt durch einen Verstellmechanismus bezüglich seiner Lage im Raum verändert werden kann. Es ist zum Beispiel vorteilhaft die erfindungsgemäße Vorrichtung so auszugestalten, dass das daran angebrachte Element nach Fixieren der Vorrichtung noch bewegt und zum Beispiel bezüglich Kameras ausgerichtet und festgestellt werden kann. Hierzu ist es insbesondere vorteilhaft eine Bewegung des Elementes um mindestens zwei Achsen zu ermöglichen, wobei das Element, wie zum Beispiel der Referenzstern, bevorzugt in seiner ausgerichteten Position zum Beispiel durch Schrauben fixiert werden kann.

Die Erfindung bezieht sich weiter auf ein System zum ortsfesten Anbringen eines Elementes an einem Körper mit einem in den Körper einbringbaren bzw. an dem Körper anbringbaren Verbindungselement, wie zum Beispiel einer in einem Knochen einschraubbaren Schraube oder einem Nagel, und der oben beschriebenen Vorrichtung, welche an diesem Element angebracht wird.

Erfindungsgemäß ist es also möglich mit einfachen handelsüblich erhältlichen Verbindungselementen, wie zum Beispiel Schanz'schen Schrauben, Kirschner Drähten, Steinmann Nägeln, etc, oder in die Wirbelsäule einbringbaren Pedikel-Schrauben, für Platten bei Knochenbrüchen verwendeten Osteosyntheseschrauben oder auch an einer Körperstruktur angebrachten Implantaten minimal invasiv ein Element, wie zum Beispiel ein Referenzierungssystem, an dem Körper rigide zu fixieren. Somit kann erfindungsgemäß unter Verwendung eines einzigen Elements, wie zum Beispiel einer einzigen Schraube, ein verdrehsicheres Anbringen zum Beispiel eines Referenzsternes an einer Körperstruktur vorgenommen werden. Allgemein ist es jedoch möglich auch mehr als nur ein solches Element zu verwenden oder die Vorrichtung auch bei nicht minimal invasiven Operationen einzusetzen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben werden. Es zeigen:

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform;
und
Figur 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 40, mit welcher ein Referenzstern 41 mit darauf angebrachten Halterungen 42a bis 42c zum Aufstecken von nicht gezeigten reflektierenden Markern in einem definierten Lageverhältnis an einem Knochen oder einer anderen Struktur befestigt werden kann. Der zum Beispiel an einem Knochen befestigte Referenzstern 41 kann als Bezugssystem zur Navigation und/oder Positionierung von anderen Vorrichtungen, wie zum Beispiel in die Wirbelsäule einbringbare Pedikel Schrauben, für Platten und/oder Schrauben oder auch an oder in einer Körperstruktur an- bzw. eingebrachte oder zu bringende Implantate dienen.

Die an der Unterseite der Vorrichtung 40 gezeigten Spikes 43, welche mit der Hülse 45 verbunden sind, können durch ein Drehen der Mutter 44 ein- und ausgefahren werden. Wird zum Beispiel eine Stange, wie zum Beispiel eine Schanzschraube oder ein Kirschnerdraht, in einen Knochen zum Anbringen der Vorrichtung 40 eingebracht, so kann die Vorrichtung 40 mit der Hülse 45 auf diese im Knochen angebrachte Stange aufgesteckt werden. Die Schraube 46 dient zur Fixierung der Vorrichtung 40 an dieser Stange. Nach erfolgter Fixierung mittels der Schraube 46 kann die Mutter 44 gedreht werden, um die Spikes 43 nach unten zu bewegen und so ein Verspannen der Vorrichtung 40 bezüglich des Knochens oder eines anderen Elementes, wie zum Beispiel Haut oder auf Haut aufgebrachte Elemente zu bewirken. Es kann somit eine ortsfeste nicht verschiebbare Verbindung eines Referenzsterns 41 an nur einer einzelnen Stange in einem Knochen erhalten werden, da eine Verspannung über die ein- bzw. ausfahrbaren Spikes 43 möglich ist. Die Position des Referenzsterns 41 kann mittels der Schrauben 47 und 48 durch Drehung um zwei Achsen verändert werden.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung 40 zum ortsfesten Anbringen eines Referenzsternes 41, wobei die Spikes 43 auf einer Abstützfläche 49 angeordnet sind und

mit der Fläche 49 nach unten bewegt werden können, um die Vorrichtung 40 so an der Hautoberfläche oder durch Einbringen der Spikes 43 in Weichteile fest zu verspannen.

Allgemein wird also gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ein Element, wie zum Beispiel eine Stange in einen Knochen eingebracht und die Vorrichtung 40 mit der Hülse 45 auf die am Knochen angebrachte Stange aufgesteckt, wobei die Schraube 46 zur Fixierung der Vorrichtung 40 an dieser Stange dient. Nach der erfolgten Fixierung mittels der Schraube 46 kann die Mutter 44 gedreht werden, um die Hülse 45 mit den daran angeordneten Spikes 43 nach unten auszufahren und so ein Verspannen der Vorrichtung 40 bezüglich des Knochens oder bei der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform bezüglich der Haut, in die Haut oder Weichteile, oder auf die Haut, auf Weichteilen oder Knochen aufgebrachten anderen Elementen zu bewirken. Somit kann eine ortsfeste unverschiebbare und verdrehsichere Verbindung des Referenzsterns 41 an nur einer einzelnen Stange in einem Knochen erhalten werden. Dabei wird die Verspannung über die ein- bzw. ausfahrbare Hülse 45 mit den daran angeordneten Spikes 43 durch die Auszugsfestigkeit der in einen Knochen eingebrachten Stange, also der hohen Stabilität gegen Zugkräfte ermöglicht.

04.05.01

7

Schutzansprüche

1. Vorrichtung (40) zum ortsfesten Anbringen eines Elementes (41) an einem Körper, insbesondere an einem Knochen, wobei die Vorrichtung (40) mindestens ein bewegbares Halteelement (43) aufweist, welches eine Verspannung gegen den Körper ermöglicht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung an ein am oder im Körper angebrachtes oder befestigtes Verbindungselement anbringbar, insbesondere auf das Verbindungselement aufsteckbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Vorrichtung an dem am Körper angebrachten Verbindungselement fixierbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verspannung durch eine Bewegung des mindestens einen Halteelements (43) relativ zu dem an dem Körper angebrachten Verbindungselement bewirkt werden kann.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei bewegbare Halteelemente (43) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei stabförmige und/oder nadelförmige Elemente als bewegbare Halteelemente (43) vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein flächiges, insbesondere kegelförmiges Element (49) als bewegbares Halteelement vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Feststellelement, insbesondere eine Schraube oder eine Mutter (46) zum Befestigen der Vorrichtung an einem am Körper angebrachten oder befestigten Verbindungselement vorgesehen ist.

DE 201 03 4 16 U 1

04.05.01

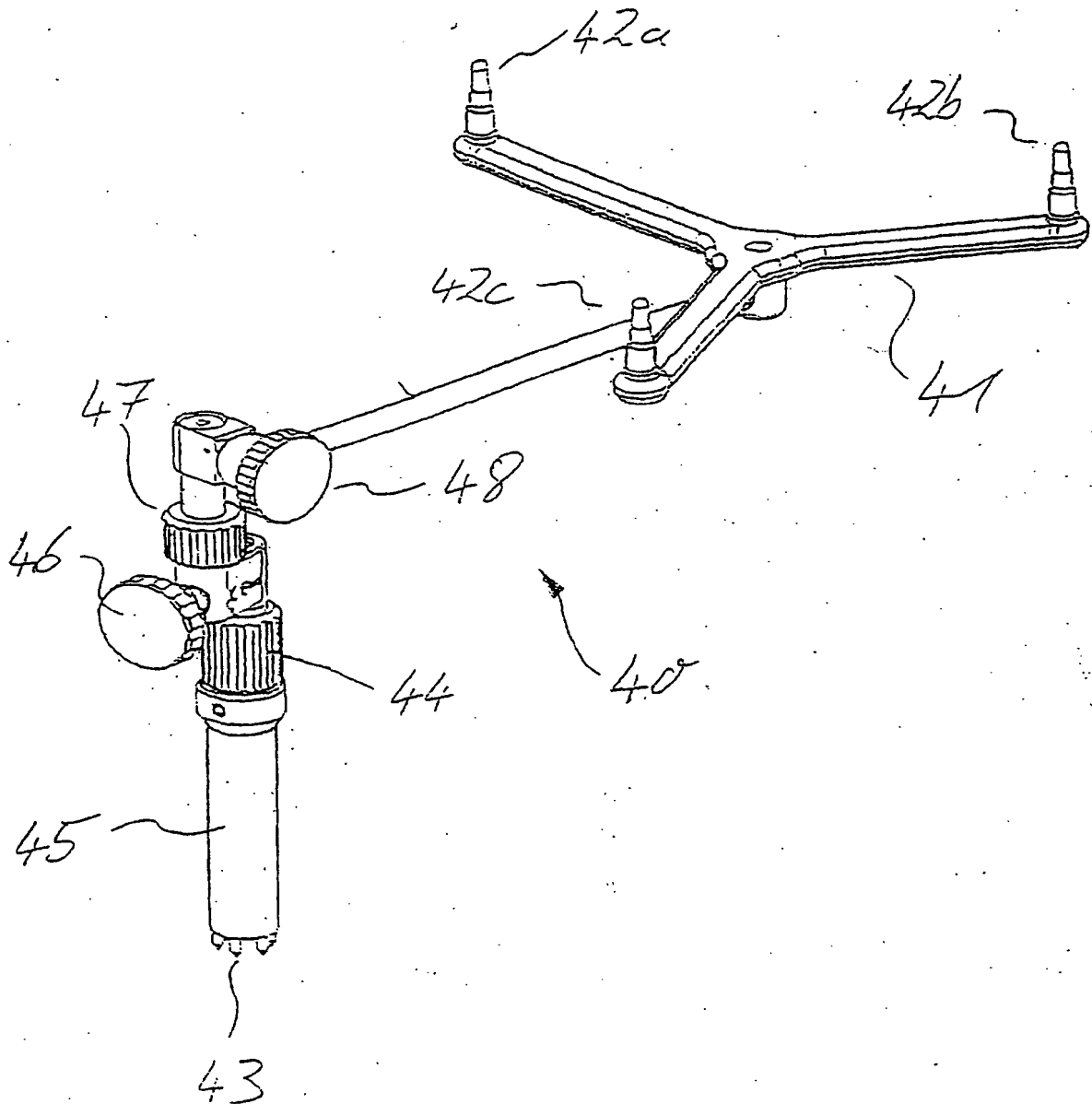
8

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Mutter oder Schraube (44) zum Bewegen des mindestens einen Halteelementes (43) vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das an dem Körper angebrachte Element ein Referenzstern (41) mit passiven und/oder aktiven Markern ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei eine Einstellvorrichtung (47, 48) für den Referenzstern (41) vorgesehen ist.
12. System zum ortsfesten Anbringen eines Elementes (41) an einem Körper mit:
 - einem an dem Körper anbringbaren Verbindungselement; und
 - einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
13. System nach Anspruch 12, wobei das an dem Körper anbringbare und/oder einbringbare Verbindungselement eine Stange, eine Schraube, ein Draht oder ein Nagel ist.

DE 20103416U1

04.05.01

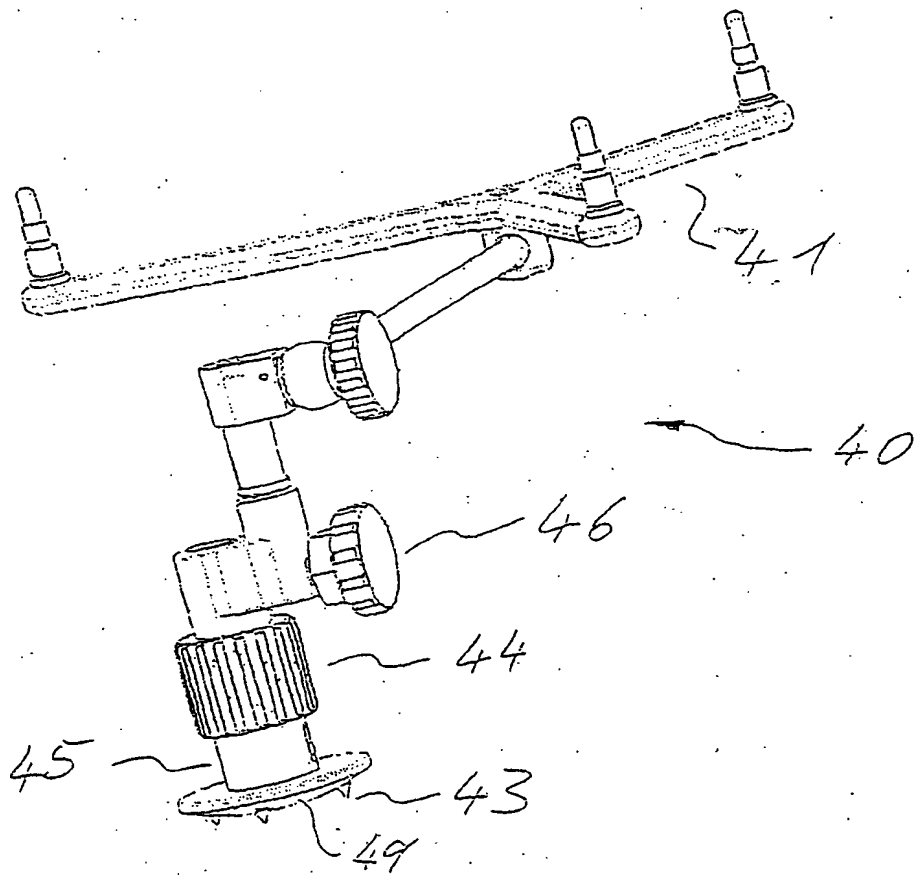
Figur 1



DE 20103416 U1

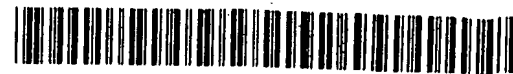
04.05.01

Figur 2



DE 20103416 U1

This Page Blank (uspto)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 45 381 A 1**

51 Int. Cl.7:
A 61 B 19/00
A 61 B 5/103

21 Aktenzeichen: 100 45 381.3
22 Anmeldetag: 14. 9. 2000
43 Offenlegungstag: 11. 4. 2002

71 Anmelder:
Aesculap AG & Co. KG, 78532 Tuttlingen, DE
74 Vertreter:
HOEGER, STELLRECHT & PARTNER
PATENTANWÄLTE, 70182 Stuttgart

72 Erfinder:
Kozak, Josef, Dipl.-Inf.-Med., 78532 Tuttlingen, DE;
Reu, Gerhard, Dipl.-Ing. (FH), 78532 Tuttlingen, DE;
Tümmler, Hanns-Peter, Dr.rer.nat., 78532
Tuttlingen, DE

66 Entgegenhaltungen:
WO 00 69 335

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 64 Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines medizinischen Instrumentes oder Gerätes oder eines Körperteils
- 57 Um bei einer Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines medizinischen Instrumentes oder Gerätes oder eines Körperteils diese Bestimmung vereinfacht durchführen zu können, wird vorgeschlagen, daß die Vorrichtung mindestens zwei Neigungssensoren umfaßt, die nicht parallel zueinander angeordnet sind.

DE 100 45 381 A 1

DE 100 45 381 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines medizinischen Instrumentes oder Gerätes oder eines Körperteils.

[0002] Bei vielen Operationsverfahren werden computer-unterstützte Navigationsverfahren angewandt, dies gilt beispielsweise in der Neurochirurgie oder in der Orthopädie.

[0003] Diese Verfahren ermöglichen es, die Lage und Position von Operationsinstrumenten oder Implantaten relativ zur Lage des Patienten zu bestimmen. Bei bekannten Verfahren dieser Art werden optische Kamerasysteme in Verbindung mit aktiven Strahlungsendern oder passiven Reflektoren angewandt, die an den Instrumenten, Implantaten und Geräten befestigt werden, deren Position und Lage bestimmt werden sollen. Dabei ist es notwendig, zwischen den Kamerasystemen einerseits und den aktiven oder passiven Referenzkörpern und den Instrumenten oder Geräten andererseits eine freie Signalübertragung zu gewährleisten, das heißt im Übertragungsweg dürfen sich keine die übertragende Strahlung abschirmenden Gegenstände befinden. Dies erschwert die Handhabung dieser Instrumente und Geräte außerordentlich, in vielen Fällen ist eine genaue Position- und Lagebestimmung nur in Ausnahmefällen möglich oder dadurch, daß mit redundanten Systemen gearbeitet wird, die also so viele Referenzkörper aufweisen, daß eine Positionsbestimmung auch noch möglich ist, wenn einer oder einige der Referenzkörper abgedeckt sein sollten.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Positionsbestimmungsvorrichtung so auszugestalten, daß diese Nachteile vermieden werden und daß unabhängig von der Abdeckung oder Abschirmung der Vorrichtung trotzdem die Lage der Vorrichtung jederzeit bestimmbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß sie mindestens zwei Neigungssensoren umfaßt, die nicht parallel zueinander angeordnet sind.

[0006] Diese Neigungssensoren bestimmen jeweils ihre Neigung gegenüber dem Gravitationsfeld, also gegenüber der Senkrechten. Dadurch, daß sie nicht parallel zueinander angeordnet sind, erfolgt diese Bestimmung in unterschiedlichen Richtungen, so daß die Neigung der Vorrichtung in verschiedenen Richtungen bestimmbar ist.

[0007] Es kann sich bei den Neigungssensoren um mechanische Elemente handeln, die ein der jeweiligen Neigung entsprechendes Signal erzeugen. Dieses kann vom Benutzer direkt abgelesen werden, es ist aber auch möglich, dieses Signal in einem Navigationssystem weiterzuverarbeiten.

[0008] Insbesondere kann vorgesehen sein, daß die Neigungssensoren so angeordnet sind, daß sie die Neigung der Vorrichtung in senkrecht aufeinander stehenden Richtungen ermitteln, also insbesondere sind die Neigungssensoren senkrecht zueinander an der Vorrichtung angeordnet.

[0009] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß sie einen dritten Neigungssensor umfaßt, der zu den beiden anderen Sensoren nicht parallel angeordnet ist. Insbesondere kann der dritte Sensor senkrecht zur Richtung der anderen beiden Sensoren angeordnet sein.

[0010] Damit ergibt sich eine vollständige Neigungsbestimmung der Vorrichtung im Gravitationsfeld, und zwar unabhängig davon, ob eine "Sicht"-Verbindung zwischen Navigationssystem und Vorrichtung besteht oder nicht.

[0011] Durch die Neigungssensoren kann die Neigung der Vorrichtung relativ zum Gravitationsfeld bestimmt werden. Wenn gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform zusätzlich vorgesehen ist, daß die Vorrichtung einen Magnetfeldsensor umfaßt, der die Richtung eines die Vorrichtung umgebenden Magnetfelds bestimmt, ergibt sich die

Möglichkeit, die Lage der Vorrichtung im Raum absolut zu bestimmen, und zwar unabhängig von irgendeiner Referenzmessung zur einem ortsfesten Navigationssystem. Der Magnetfeldsensor wirkt somit als Kompaß, der die Orientierung der Vorrichtung im Magnetfeld bestimmt, wobei es sich dabei um das Erdmagnetfeld handeln kann oder um ein äußeres Magnetfeld, das im Operationsbereich bewußt aufgebaut wird, um lokale Störungen des Erdmagnetfeldes durch Elektrogeräte und andere Störquellen auszuschalten oder zu reduzieren.

[0012] Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Vorrichtung einen aktiven oder passiven Referenzkörper trägt, dessen Position über ein Navigationssystem feststellbar ist. Es handelt sich dabei um einen Referenzkörper und um ein Navigationssystem, wie sie an sich bereits bekannt sind. Mittels dieser Systeme werden bisher Lage und Position von Vorrichtungen im Raum bestimmt, dafür werden aber bis zu sechs derartiger Referenzkörper benötigt. Im vorliegenden Fall genügt ein einziger derartiger Referenzkörper, um neben der Orientierung der Vorrichtung im Raum, die durch die Neigungssensoren und gegebenenfalls den Magnetfeldsensor bestimmt wird, auch die absolute Position im Raum für die Vorrichtung im Raum festzustellen. Auf diese Weise lassen sich also mit nur einer Sichtverbindung zwischen einem Referenzkörper und einem Kamerasystem alle notwendigen Orientierungs- und Positionsdaten der Vorrichtung erhalten, die Handhabung eines solchen Instrumentes wird dadurch wesentlich erleichtert, denn es genügt dabei nur bei einem einzigen Referenzkörper darauf zu achten, daß die Sichtverbindung zum Kamerasystem nicht verdeckt wird.

[0013] Zusätzlich kann vorgesehen sein, daß die Vorrichtung einen Satz von aktiven oder passiven Referenzkörpern trägt, deren Position über ein Navigationssystem feststellbar ist. In diesem Falle wird ein herkömmliches Navigationssystem mit einem Satz von beispielsweise sechs Referenzkörpern verwendet, mit denen an sich Orientierung und Position der Vorrichtung im Raum bestimmt werden kann, zusätzlich werden diese Werte über die Neigungssensoren und gegebenenfalls die Magnetfeldsensoren ergänzt, so daß selbst bei Abdeckung der Sichtverbindung zwischen einigen Referenzkörpern und dem zugehörigen Kamerasystem eine vollständige Lage- und Orientierungsbestimmung der Vorrichtung möglich ist. Das gilt auch dann, wenn beispielsweise durch lokale Störungen der Magnetfeldsensor abweichende Meßwerte liefert. Durch die gemeinsame Berücksichtigung der Meßwerte, die durch Neigungssensoren und Magnetfeldsensor einerseits und durch das mit Referenzkörpern und Kamerasystem arbeitende Navigationssystem andererseits bestimmt werden, lassen sich diese Systeme miteinander vergleichen, so daß die exakte Bestimmung auch dann möglich ist, wenn Meßwerte ausfallen oder klar ersichtlich verfälscht sind. Durch diese Redundanz wird eine erheblich gesteigerte Genauigkeit der Positions- und Orientierungsbestimmung ermöglicht.

[0014] Es ist vorteilhaft, wenn die Neigungssensoren und gegebenenfalls der Magnetfeldsensor über eine Signalübertragungsstrecke mit einer Datenverarbeitungseinrichtung verbunden sind, die aus den übermittelten Signalen der Sensoren die Neigung der Vorrichtung relativ zum Gravitationsfeld und gegebenenfalls relativ zum umgebenden Magnetfeld bestimmt.

[0015] Dabei kann diese Signalübertragungsstrecke bei einer ersten Ausführungsform eine Übertragungsleitung umfassen, über die die Signale übertragen werden.

[0016] Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn die Signalübertragungsstrecke Sender und Empfänger umfaßt, die die Signale drahtlos zwischen sich übertragen. Dadurch

wird die Handhabbarkeit der Vorrichtung wesentlich verbessert.

[0017] Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

[0018] Fig. 1 ein chirurgisches Instrument mit einer Positionsbestimmungsvorrichtung, die drei Neigungssensoren, einen Magnetfeldsensor und einen passiven Referenzkörper umfaßt;

[0019] Fig. 2 eine Positionsbestimmungsvorrichtung ähnlich Fig. 1, jedoch mit nur zwei Neigungssensoren und mit einer Verbindungsvorrichtung zu einer Knochenschraube;

[0020] Fig. 3 eine Positionsbestimmungsvorrichtung ähnlich Fig. 2 ohne einzelnen Referenzkörper und mit einem Satz von Referenzkörpern und

[0021] Fig. 4 eine Positionsbestimmungsvorrichtung ähnlich Fig. 3 ohne Magnetfeldsensor.

[0022] Die in der Zeichnung dargestellte Vorrichtung 1 dient der Bestimmung der Orientierung und gegebenenfalls der Position eines medizinischen Instrumentes, eines medizinischen Gerätes, eines Implantates, eines Körperteiles etc. und wird zu diesem Zweck mit dem Gegenstand, dessen Position und Orientierung zu bestimmen ist, starr verbunden.

[0023] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist dieser Gegenstand beispielsweise ein chirurgischer Taster 2 mit einer Tastspitze 3 und einem Griff 4, an dessen rückwärtigem Ende die Vorrichtung 1 starr mit dem Griff 4 verbunden angeordnet ist.

[0024] Diese Vorrichtung 1 umfaßt drei in zylindrischen Gehäusen aufgenommene Neigungssensoren 5, 6, 7, die über jeweils senkrecht aufeinanderstehende Verbindungsstäbe 8, 9 beziehungsweise 10 so angeordnet sind, daß ihre Längsachsen jeweils senkrecht aufeinanderstehen. Die Neigungssensoren 5, 6, 7 können sogenannte elektronische Wasserwaagen sein, also Sensoren, die bei einer Neigung gegenüber dem Gravitationsfeld Signale erzeugen, die von der jeweiligen Neigung gegenüber dem Gravitationsfeld abhängig sind und die damit den Neigungswinkel gegenüber dem Gravitationsfeld anzeigen.

[0025] Als Neigungssensoren können beispielsweise Piezokristalle verwendet werden, auf denen mit Wechselspannungen passender Frequenz Oberflächenwellen erzeugt werden. In diesen Wellen speichern die Piezokristalle eingespeiste Energie für kurze Zeit zwischen und senden sie dann wieder an ein Abfragegerät zurück, wobei die Oberflächenwellen durch äußere Einflüsse verändert werden können, beispielsweise durch unterschiedliche Drücke, die auf die Piezokristalle wirken. Bei einem Neigungssensor läßt sich dieser Effekt dadurch ausnützen, daß auf einen solchen Piezo-Kristall je nach Neigung unterschiedlich große Kräfte eines Sensorkörpers wirken und dadurch die Oberflächenwellen verändern; diese Änderungen der Oberflächenwellen können dann von einem geeigneten Meßgerät festgestellt werden. Ein großer Vorteil einer solchen Anordnung liegt auch darin, daß die Oberflächenwellen auf derartigen Piezokristallen durch ein elektromagnetisches Feld drahtlos angeregt werden können und zur Abstrahlung eines elektromagnetischen Feldes führen, welches ebenfalls drahtlos empfangen werden kann, das heißt diese Sensoren wirken nicht nur als Sensoren, sondern gleichzeitig auch als Sender zur drahtlosen Übermittlung der entsprechenden Meßsignale, im vorliegenden Fall also der Neigung der Neigungssensoren gegenüber dem Gravitationsfeld.

[0026] Geeignete Piezokristalle können beispielsweise aus Quarz bestehen.

[0027] Zusätzlich ist an der Vorrichtung 1 ein Magnetfeldsensor 11 angeordnet, der in der Zeichnung schematisch als zylindrisches Gehäuse dargestellt ist und der im Prinzip ein

Magnetfeldkompaß ist. Dieser Magnetfeldsensor 11 erzeugt Signale, die von der Neigung des Magnetfeldsensors 11 gegenüber einem umgebenden Magnetfeld abhängig sind, dadurch ist also der Winkel zwischen diesem Magnetfeld und dem Magnetfeldsensor 11 feststellbar.

[0028] Ein solcher Magnetfeldsensor kann beispielsweise gebildet werden durch einen sogenannten magnetoresistiven Sensor. Derartige Sensoren basieren auf dem Effekt, daß der elektrische Widerstand einer dünnen anisotropen ferromagnetischen Schicht durch ein magnetisches Feld verändert wird. Dadurch spielt der Winkel zwischen Magnetisierungsrichtung und Stromrichtung eine entscheidende Rolle. Laufen beide parallel ist der Widerstand am größten, bei einem rechten Winkel zwischen beiden am kleinsten. Die maximale Widerstandsänderung liegt in der Größenordnung von einigen Prozent vom Gesamtwiderstand. Ein solcher Sensor kann beispielsweise durch einen Streifen aus einer Nickel-Eisen-Legierung bestehen (ca. 80% Nickel, 20% Eisen). Während des Herstellungsprozesses wird diesem Legierungsstreifen eine magnetische Vorzugsrichtung in Längsrichtung des Streifens gegeben.

[0029] An dem Magnetfeldsensor 11 ist schließlich noch ein Referenzkörper 12 in Form einer reflektierenden Kugel angeordnet, dieser Referenzkörper 12 kann in an sich bekannter Weise im Rahmen eines Navigationssystems eingesetzt werden. Ein solches Navigationssystem sendet beispielsweise eine Lichtstrahlung in Richtung auf die Vorrichtung 1 aus, diese wird am Referenzkörper 12 reflektiert und die reflektierte Strahlung wird von einem Kamerasystem aufgenommen, das aus der Richtung der Reflexion und/oder der Laufzeit der Strahlung die Position des Referenzkörpers 12 bestimmt. Auf diese Weise erhält man den Abstand des Referenzkörpers 12 und die Winkellage des Referenzkörpers 12 im Bezug auf das Kamerasystem.

[0030] Die Neigungssensoren 5, 6, 7 und der Magnetfeldsensor 11 sind über eine Verbindungsleitung 13 mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Datenverarbeitungsanlage verbunden, diese empfängt die Signale der Neigungssensoren und des Magnetfeldsensors und bestimmt aus diesen Signalen die Orientierung der Vorrichtung 1 relativ zum Gravitationsfeld und relativ zum umgebenden Magnetfeld. Aus diesen Daten kann also die Lage der Vorrichtung 1 im Raum eindeutig bestimmt werden, über die bereits beschriebene Positionsbestimmung des Referenzkörpers 12 erhält man auf diese Weise eine vollständige Information über Orientierung und Position der Vorrichtung 1 im Raum, und damit natürlich auch über Orientierung und Position des chirurgischen Tasters 2 im Raum.

[0031] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist die Vorrichtung 1 im wesentlichen gleich aufgebaut wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 1, einander entsprechende Teile tragen daher dieselben Bezugszeichen.

[0032] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 sind nur zwei Neigungssensoren 5, 6 vorgesehen, und die Vorrichtung 1 ist nicht mit einem chirurgischen Instrument verbunden, sondern über ein Kupplungsstück 14 starr mit einer Knochenschraube 15 verbindbar, die in den Knochen eines Patienten eingeschraubt werden kann. Wenn die Vorrichtung 1 auf eine in dieser Weise aufgeschraubte Knochenschraube 15 aufgesetzt ist, ist es dadurch möglich, die Lage und Position des Knochens des Patienten im Raum exakt zu bestimmen.

[0033] Die Vorrichtung 1 der Fig. 3 entspricht im wesentlichen der der Fig. 2, einander entsprechende Teile tragen daher dieselben Bezugszeichen.

[0034] Bei der Vorrichtung 1 fehlt in diesem Falle der Referenzkörper 12, statt dessen ist an der Vorrichtung 1 ein Halter 16 starr befestigt, der mehrere Referenzkörper 17

trägt, beispielsweise sechs derartige Referenzkörper, die in gleicher Weise wie der Referenzkörper 12 Teil eines Navigationssystems sind, beispielsweise können die Referenzkörper 17 reflektierende Flächen sein. Über dieses Navigationssystem kann die Lage und Orientierung der Referenzkörper 17 und damit des Halters 16 im Raum bestimmt werden, gleichzeitig lassen sich über die Neigungssensoren 5, 6 und den Magnetfeldsensor 11 auch Daten über die Lage der Vorrichtung 1 im Raum gewinnen, und diese Meßdaten können in der Datenverarbeitungsanlage miteinander verglichen werden, so daß Korrekturen von offensichtlich fehlerhaften oder ausfallenden Meßergebnissen möglich sind.

[0035] Das Ausführungsbeispiel der Fig. 4 entspricht dem der Fig. 3 fast vollständig, einander entsprechende Teile tragen daher dieselben Bezugszeichen. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 4 fehlt der Magnetfeldsensor, so daß lediglich über zwei Neigungssensoren 5, 6 die Lage der Vorrichtung 1 gegenüber dem Gravitationsfeld feststellbar ist, nicht aber gegenüber dem umgebenden Magnetfeld.

[0036] Die Vorrichtung 1 kann bei allen Anwendungen, also an Geräten, Instrumenten, Implantaten, Körperteilen etc. unterschiedliche Ausgestaltungen annehmen, wie sie in den Fig. 1 bis 4 beispielhaft dargestellt sind, es ist also ohne weiteres möglich, die unterschiedlichen Ausgestaltungen und die unterschiedlichen Anwendungsfälle nach Bedarf miteinander zu kombinieren.

[0037] Die Signalübertragung von der Vorrichtung 1 zur Datenverarbeitungseinrichtung muß auch nicht notwendig über eine Verbindungsleitung 13 erfolgen, sondern es ist vorteilhaft, diese Signalübertragung drahtlos vorzunehmen, dadurch wird die Handhabung des Gegenstandes erleichtert, an dem die Vorrichtung 1 befestigt ist.

ner Datenverarbeitungseinrichtung verbunden sind, die aus den übermittelten Signalen der Sensoren (5, 6, 7; 11) die Neigung der Vorrichtung (1) relativ zum Gravitationsfeld und gegebenenfalls relativ zum umgebenden Magnetfeld bestimmt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalübertragungsstrecke eine Übertragungsleitung (13) umfaßt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalübertragungsstrecke Sender und Empfänger umfaßt, die die Signale drahtlos zwischen sich übertragen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines medizinischen Instrumentes oder Gerätes oder eines Körperteils, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie mindestens zwei Neigungssensoren (5, 6) umfaßt, die nicht parallel zueinander angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigungssensoren (5, 6) so angeordnet sind, daß sie die Neigung der Vorrichtung (1) in senkrecht aufeinanderstehenden Richtungen ermitteln.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen dritten Neigungssensor (7) umfaßt, der zu den beiden anderen Neigungssensoren (5, 6) nicht parallel angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Neigungssensor (7) senkrecht zur Richtung der anderen beiden Neigungssensoren (5, 6) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Magnetfeldsensor (11) umfaßt, der die Richtung eines die Vorrichtung (1) umgebenden Magnetfeldes bestimmt.
6. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen aktiven oder passiven Referenzkörper (12) trägt, dessen Position über ein Navigationssystem feststellbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Satz von aktiven oder passiven Referenzkörpern (17) trägt, deren Position über ein Navigationssystem feststellbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigungssensoren (5, 6, 7) und gegebenenfalls der Magnetfeldsensor (11) über eine Signalübertragungsstrecke mit ei-

FIG.1

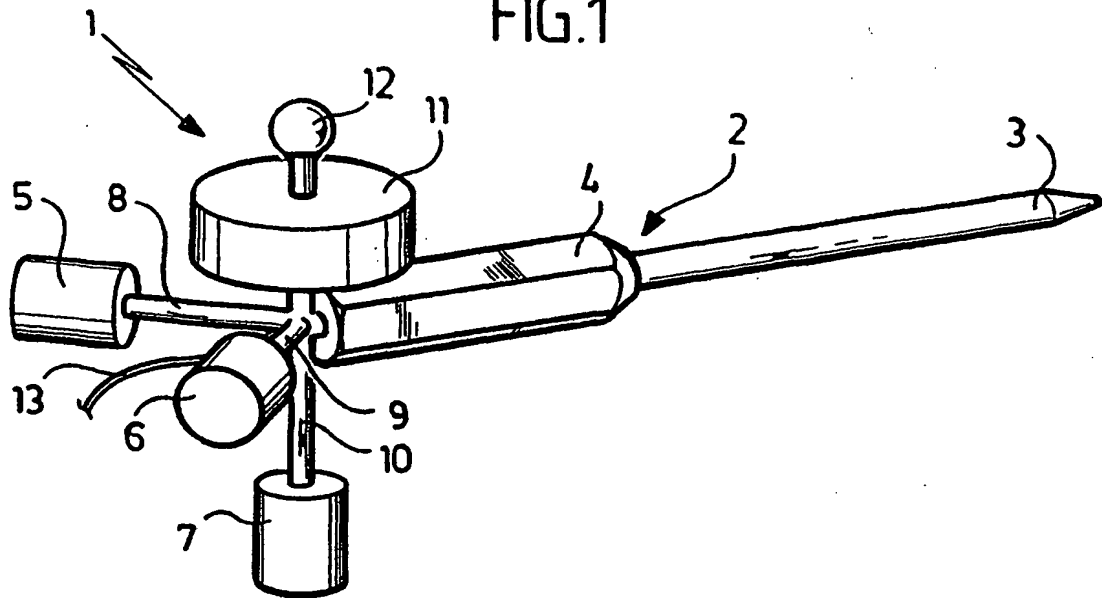


FIG.2

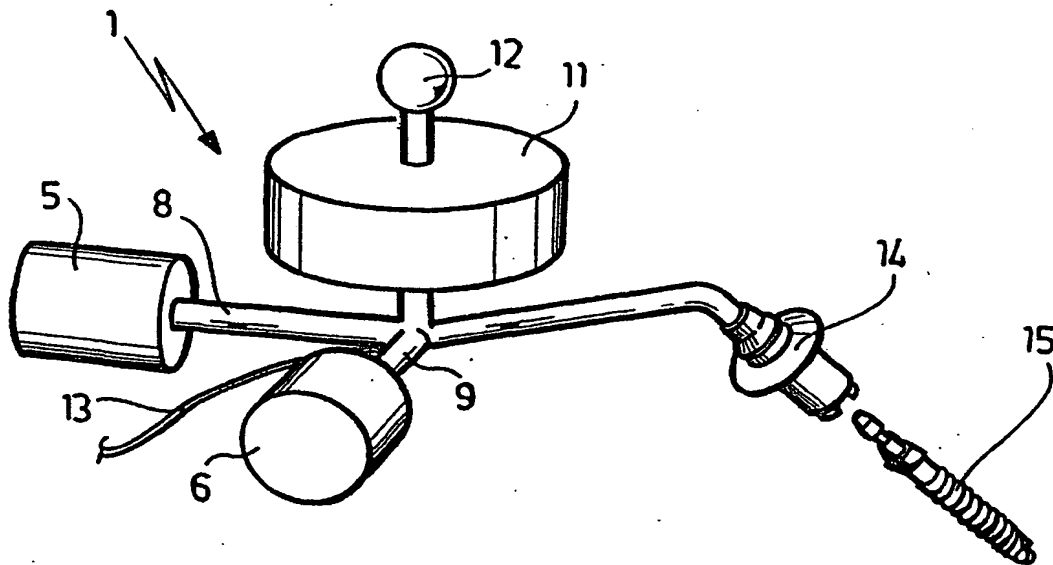


FIG. 3

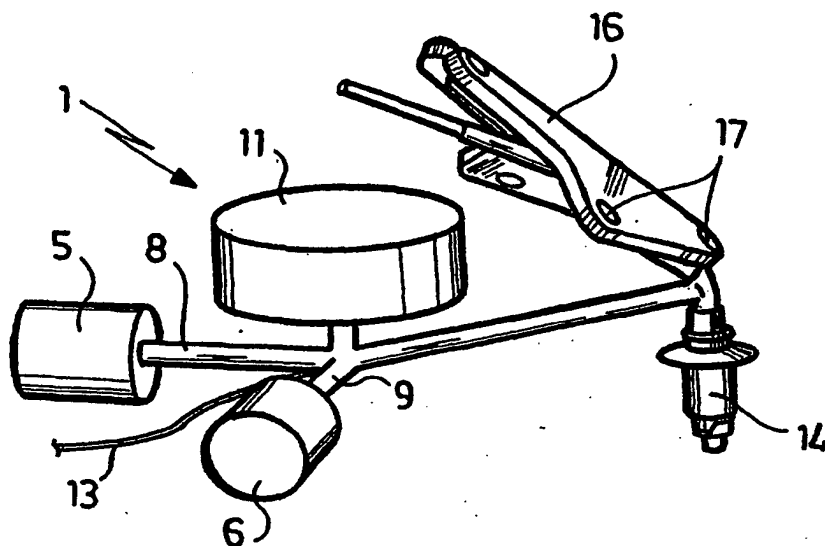


FIG. 4

